

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-048198

(43)Date of publication of application : 26.02.1993

(51)Int.Cl.

H01S 3/18

(21)Application number : 03-229425

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 14.08.1991

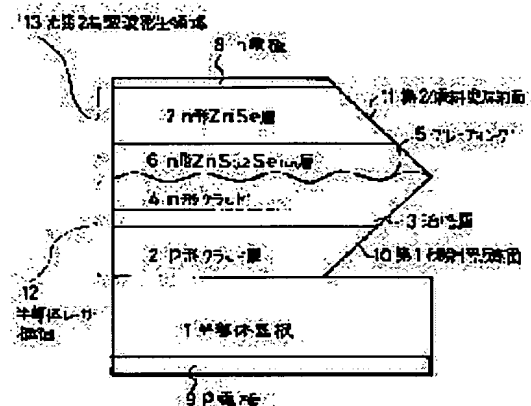
(72)Inventor : IWATA HIROSHI

(54) SEMICONDUCTOR SECOND HARMONIC LIGHT EMITTING DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To form a second harmonic light emitting device.

CONSTITUTION: The titled device is provided with horizontal semiconductor laser structure 12, a second optical laminated harmonic generation region 13 and a slanting type reflected plane 10 which leads oscillation laser light to the second harmonic generation region 13. The phase conformity conditions are satisfied by a grating 5 and multilayer film structure. The device is integrated with the laser and enables second harmonics to be effectively generated.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

04.12.1995

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

2757615

[Date of registration]

13.03.1998

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

13.03.2003

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-48198

(43)公開日 平成5年(1993)2月26日

(51)Int.Cl.⁵

H01S 3/18

識別記号

庁内整理番号

9170-4M

FI

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数4(全5頁)

(21)出願番号 特願平3-229425

(22)出願日 平成3年(1991)8月14日

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 岩田 普

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

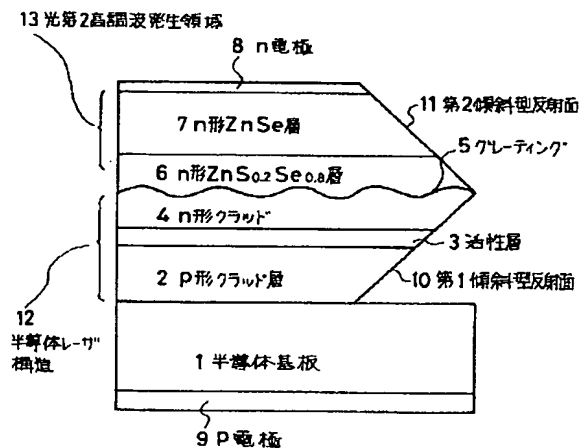
(74)代理人 弁理士 本庄 伸介

(54)【発明の名称】 半導体光第2高調波発光素子

(57)【要約】

【目的】 光第2高調波発光素子を形成する。

【構成】 水平方向の半導体レーザ構造12を有し、積層した光第2高調波発生領域13を有し、傾斜型反射面10により、発振レーザ光を光第2高調波発生領域13に導く。位相整合条件は、グレーティング5および多層膜構造により満たされる。レーザと一体化し、有効に第2高調波が発生できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板上に形成された発振光の角周波数が ω である水平型の半導体レーザ構造を有し、前記レーザ構造の片端面に第1傾斜型反射面を有し、前記半導体レーザ構造上に積層した2次の非線形光学特性を有する、角周波数 2ω の光を透過する半導体材料からなる光第2高調波発生領域を有し、前記第1傾斜型反射面上の前記光第2高調波発生領域に第2傾斜型反射面を有し、前記光第2高調波発生領域に導波路構造またはグレーティング構造を有し、角周波数 ω 及び 2ω の光に対し位相整合しており、前記レーザ構造より放射した角周波数 ω の光を前記第1傾斜型反射面および前記第2傾斜型反射面により前記光第2高調波発生領域に導びき、角周波数 2ω の光に変換し、外部水平方向に角周波数 2ω の光を出射する事を特徴とする発光素子。

【請求項2】 半導体基板上に形成された発振光の角周波数が ω である水平型の半導体レーザ構造を有し、前記レーザ構造の片端面に第1傾斜型反射面を有し、前記半導体レーザ構造上に積層した2次の非線形光学特性を有する、角周波数 2ω の光を透過する半導体材料からなる光第2高調波発生領域を有し、前記光第2高調波発生領域が少なくとも2種類以上の半導体材料からなる多層構造を有し、角周波数 ω 及び 2ω 光に対し位相整合しており、前記レーザ構造より放射した角周波数 ω の光を前記第1傾斜型反射面により前記光第2高調波発生領域に導びき、角周波数 2ω の光に変換し、垂直方向に角周波数 2ω の光を出射する事を特徴とする発光素子。

【請求項3】 半導体レーザ構造と光第2高調波発生領域との間に角周波数 2ω の光に対してブラッグ反射条件を満たす半導体多層膜からなる 2ω 光反射膜を有する事を特徴とする請求項1または2に記載の発光素子。

【請求項4】 前記光第2高調波発生領域の上側に角周波数 ω 光に対してブラッグ反射条件を満たす少なくとも2種類以上の半導体層の多層構造からなる ω 光反射膜を有する事を特徴とする請求項2に記載の発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は半導体発光素子特に光第2高調波発光素子に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体により青色の発光を得る事はむずかしく、光第2高調波発生による青色発光が試みられている。非線形材料として半導体を用いる事は、励起光源として半導体レーザを用いる上で適合性が高い（ジャーナル オブ クリスタル グロウス [Journal of Crystal Growth] 第101巻550ページ、1990年）。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、半導体レーザと非線形素子を平面状に同一基板上に形成する事は非常

にむずかしい技術であり、実用化に到っていない。

【0004】

【課題を解決するための手段】前述の課題を解決するために本発明は次の構成の発光素子を提供する。

【0005】（1）半導体基板上に形成された発振光の角周波数が ω である水平型の半導体レーザ構造を有し、前記レーザ構造の片端面に第1傾斜型反射面を有し、前記半導体レーザ構造上に積層した2次の非線形光学特性を有する、角周波数 2ω の光を透過する半導体材料からなる光第2高調波発生領域を有し、前記第1傾斜型反射面上の前記光第2高調波発生領域に第2傾斜型反射面を有し、前記光第2高調波発生領域に導波路構造またはグレーティング構造を有し、角周波数 ω 及び 2ω の光に対し位相整合しており、前記レーザ構造より放射した角周波数 ω の光を前記第1傾斜型反射面および前記第2傾斜型反射面により前記光第2高調波発生領域に導びき、角周波数 2ω の光に変換し、外部水平方向に角周波数 2ω の光を出射する事を特徴とする発光素子。

【0006】（2）半導体基板上に形成された発振光の角周波数が ω である水平型の半導体レーザ構造を有し、前記レーザ構造の片端面に第1傾斜型反射面を有し、前記半導体レーザ構造上に積層した2次の非線形光学特性を有する、角周波数 2ω の光を透過する半導体材料からなる光第2高調波発生領域を有し、前記光第2高調波発生領域が少なくとも2種類以上の半導体材料からなる多層構造を有し、角周波数 ω 及び 2ω 光に対し位相整合しており、前記レーザ構造より放射した角周波数 ω の光を前記第1傾斜型反射面により前記光第2高調波発生領域に導びき、角周波数 2ω の光に変換し、垂直方向に角周波数 2ω の光を出射する事を特徴とする発光素子。

【0007】（3）前記の素子において、半導体レーザ構造と光第2高調波発生領域との間に角周波数 2ω の光に対してブラッグ反射条件を満たす半導体多層膜からなる 2ω 光反射膜を有する事を特徴とする上記（1）又は（2）に記載の発光素子。

【0008】（4）前記光第2高調波発生領域の上側に角周波数 ω 光に対してブラッグ反射条件を満たす少なくとも2種類以上の半導体層の多層構造からなる ω 光反射膜を有する事を特徴とする上記（2）に記載の発光素子。

【0009】

【作用】本発明による発光素子では、半導体レーザで発光させた光を傾斜型反射面で反射させて光第2高調波発生領域に導く構造を採用している。この構造だと、光第2高調波発生領域は、半導体レーザ層を成長した後に連続的に結晶成長できる。また光第2高調波発生領域として半導体材料を用いているから、材料の格子定数を合せる事により、高品質の多層膜および導波路が得られる。

【0010】光第2高調波を得るためには、位相整合条件を満たさなければならないが、その条件は導波路構造

による分散関係の利用、および多層構造やグレーティング構造による周期性の導入により容易に満足できる。

【0011】周期構造による位相整合条件は、一周期の長さを d 、光第2高調波発生領域での角周波数 ω 、 2ω の光の物質内での波数をそれぞれ k_1 、 k_2 とする時、 $n \cdot 2\pi/d = k_2 - k_1$ ($n = \pm 1, 2 \dots$)を満足させればよい。

【0012】請求項(3)に記載の 2ω 光反射膜は角周波数 2ω の光に対しブラッグ反射条件を満たすため、光第2高調波発生領域で発生した 2ω の光のうち、基板方向へ進む光は 2ω 光反射膜で反射され、基板上面から外部に出力光として取り出される。 2ω 光反射膜は角周波数 ω 光に対しては透過特性を持つため、半導体レーザー領域で発生した角周波数 ω の光は 2ω 光反射膜を透過し、光第2高調波発生領域に有効に到達する。 2ω 光反射膜を付加する事により、 2ω への変換効率が高くなる。

【0013】請求項(4)に記載の ω 反射膜は角周波数 ω 光に対してブラッグ反射条件を満たすため、光第2高調波発生領域内を上方へ進む角周波数 ω の光を反射する。このため、光第2高調波発生領域での角周波数 ω の強度が強くなり、光第2高調波への変換効率が高くなる。半導体層の屈折率は周波数に依存して変化し、角周波数 ω と 2ω の光に対するブラッグ反射条件が異なるため、 ω 反射膜は角周波数 2ω の光を透過する。 ω 反射膜を付加する事により、光第2高調波を効率良く取り出すことができる。

【0014】

【実施例】(実施例1)次に本発明について図面を参照して説明する。

【0015】図1は請求項1の発明の一実施例を示す断面図である。

【0016】p形GaAsからなる半導体基板1上にp形Al_{0.4}Ga_{0.6}As(厚さ1 μ m)からなるp形クラッド層2、GaAs(厚さ0.1 μ m)からなる活性層3、n形Al_{0.4}Ga_{0.6}As(厚さ1 μ m)からなるn形クラッド層4を分子線エビタキシ法により形成したのち、干渉露光法を用い周期1.05 μ mのグレーティング5を形成した。再び分子線エビタキシ法により、n形ZnS_{0.1}Se_{0.9}層(厚さ0.2 μ m)6、n形ZnSe層(厚さ1 μ m)7を形成した。続いて蒸着により、n電極8、p電極9を形成したのち、ドライエッチングにより第1傾斜型反射面(角度45度)10、および第2傾斜型反射面(角度45度)11を形成した。半導体レーザー構造12はp形クラッド層2、活性層3、n形クラッド層4より構成されており、光第2高調波発生領域13は、n形ZnS_{0.1}Se_{0.9}層6とn形ZnSe層7によって構成されている。

【0017】電極8、9より電流が注入されたとき、半導体レーザー構造12から放射される角周波数 ω の光の真空中での波長を λ_1 とすると、 $\lambda_1 = 860$ nmであっ

た。波長860nmの光は第1傾斜型反射面10および第2傾斜型反射面11により反射され、光第2高調波発生領域13を進行し、角周波数 2ω 、波長 $\lambda_2 = 430$ nmの光が発生する。

【0018】角周波数 ω 及び 2ω 光に対する位相整合条件はグレーティングの周期を d 、波数をそれぞれ k_1 及び k_2 として

$$2\pi/d = k_2 - 2k_1$$

を満足すればよく、ZnSeでは $d = 1.05 \mu\text{m}$ とすればよい。

【0019】角周波数 ω の光に対して光第2高調波発生領域13はレーザー発振の共振器の一部となっているから、電界強度が強く、波長変換効率5%という良好な条件で波長430nmの青色光を得た。

【0020】ZnSeはGaAsと格子がほぼ等しく、良好な結晶が容易に得られる。またSHG構造が結晶成長により作られているから、素子の取扱いが容易であり、大量生産が可能である。

【0021】上述の実施例では位相整合を取る方法としてグレーティング構造を用いたがこれに限らず、導波路構造を用いてもよい。

【0022】(実施例2)次に請求項2の発明に請求項3の発明を適用した実施例の断面図を図2に示す。

【0023】半導体レーザー構造14上に、厚さがともに36nmのZnSeとZnS_{0.1}Se_{0.9}の層10周期からなる 2ω 反射膜15、ZnSe(厚さ0.525 μ m)とZnS_{0.1}Se_{0.9}(厚さ0.525 μ m)10周期からなる光第2高調波発生領域16を分子線エビタキシ法で形成したのち、第1傾斜型反射面(45度)17をドライエッチングにより形成した。

【0024】半導体レーザー構造14の領域で発光した角周波数 ω 、真空波長 $\lambda_1 = 860$ nmの光は第1傾斜型反射面17で反射する。 2ω 反射膜15は波長860nmの光に対しては透過する率が高く、光は光第2高調波発生領域16へ入る。

【0025】光第2高調波発生領域16は周期構造をしており、位相整合条件が満たされている。このため角周波数 ω 、波長860nmの光は変換されて角周波数 2ω である波長430nmの光が垂直方向に出射された。ZnSSeの非線形係数は大きく、2mWの430nm光が得られた。 2ω 反射膜15は430nmの光を反射するから、変換された光はすべて上側より出射され、効率が高くなった。

【0026】 2ω 反射膜15は効率を上げるためのものであり、この構造がなくても光第2高調波を得ることができる。

【0027】上述の実施例1、2では非線形材料にZnSSe層を用いたがこれに限らずZnSSe歪超格子や他の半導体材料を用いてもよい。

【0028】また上述の実施例ではDH構造の半導体レ

ーザを用いたが、これに限らず量子井戸構造レーザを用いてもよい。

【0029】(実施例3)次に請求項4の発明の一実施例の断面図を図3に示す。

【0030】半導体レーザ構造18上に、ZnSe(厚さ0.525 μ m)とZnS_{0.1}Se_{0.9}(厚さ0.525 μ m)10周期からなる光第2高調波発生領域19、ZnSe(厚さ84nm)とZnS_{0.1}Se_{0.9}(厚さ84nm)10周期からなる ω 反射膜20を分子線エビタキシ法により形成したのち、第1傾斜型反射面(45度)21をドライエッチング法により形成した。さらにドライエッチング法により、光第2高調波発生領域19および ω 反射膜20の一部をエッチングにより除去したのち、蒸着法によりn電極22、p電極23を形成した。

【0031】半導体レーザ構造18より出射した角周波数 ω 、真空波長 $\lambda_1 = 860$ nmの光は第1傾斜型反射面21で反射し、光第2高調波発生領域19、 ω 反射膜20へ進む。非線形効果により光第2高調波発生領域19で角周波数 2ω 、真空波長 $\lambda_2 = 430$ nmの光が発生し、 ω 反射膜20を透過して外部へ出射される。光第2高調波発生領域19はZnSeとZnS_{0.1}Se_{0.9}との周期構造になっており、 ω と 2ω の光に対して位相整合条件が満たされている。

【0032】 ω 反射膜20は多層膜構造により ω の光に対してブラッグ反射条件を満たしているから全て反射され、半導体レーザ構造は18へフィードバックされレーザ発振に寄与する。半導体材料は屈折率が光の周波数により異なるから、 ω 反射膜20は角周波数 2ω の光に対してブラッグ反射条件は満たさず、 2ω の光を透過す

*る。光第2高調波への変換効率 η は、角周波数 ω の光の強度が強いほど高くなるので、 ω 反射膜を導入する事により、効率良く角周波数 2ω の光を得る事ができた。

【0033】上述の実施例3では、請求項2の発明に請求項4の発明を適用したが、さらに請求項3の発明を組み合わせても良い。

【0034】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明により半導体レーザと一体化した優れた特性の光第2高調波発光素子が容易に得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例を示す断面図である。

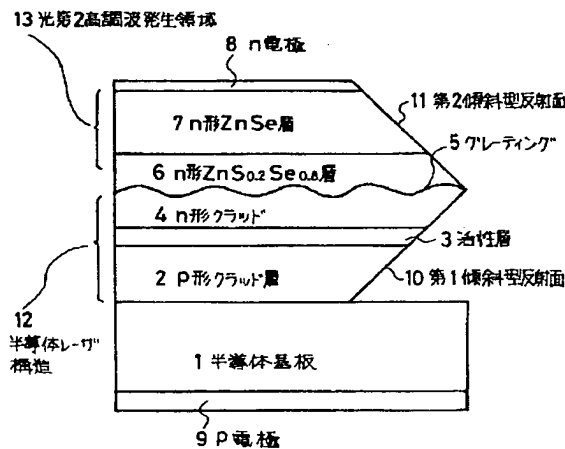
【図2】本発明の第2の実施例を示す断面図である。

【図3】本発明の第3の実施例を示す断面図である。

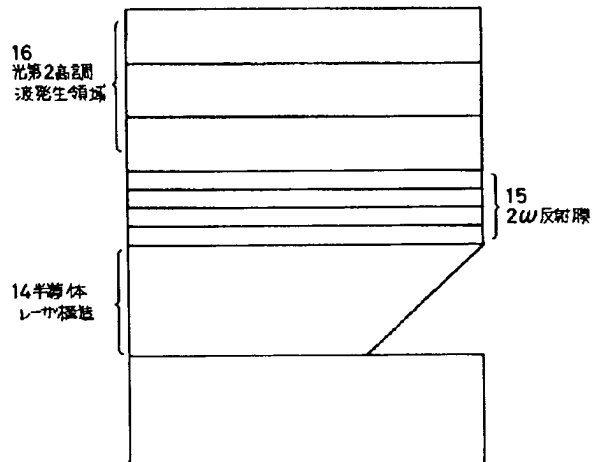
【符号の説明】

- 1 半導体基板
- 2 p形クラッド層
- 3 活性層
- 4 n形クラッド層
- 5 グレーティング
- 6 n形ZnS_{0.1}Se_{0.9}層
- 7 n形ZnSe層
- 8, 22 n電極
- 9, 23 p電極
- 10, 17, 21 第1傾斜型反射面
- 11 第2傾斜型反射面
- 12, 14, 18 半導体レーザ構造
- 13, 16, 19 光第2高調波発生領域
- 15 2ω 反射膜
- 20 ω 反射膜

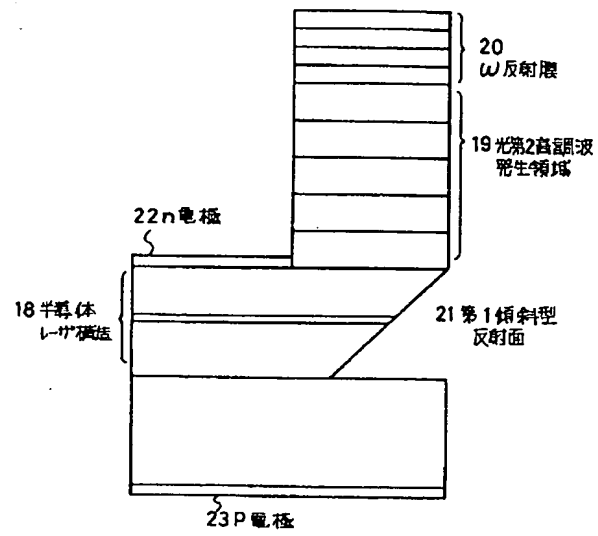
【図1】



【図2】



【図3】



THIS PAGE BLANK (USPTO)